

(19)

JAPANESE PATENT OFFICE

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11) Publication number: **06222230 A**

(43) Date of publication of application: **12.08.94**

(51) Int. Cl.

**G02B 6/12**

**H05K 1/02**

(21) Application number: **05010381**

(22) Date of filing: **26.01.93**

(71) Applicant: **NIPPON TELEGR & TELEPH  
CORP <NTT>**

(72) Inventor: **TSUNETSUGU HIDEKI  
HOSOYA MASAKAZE  
SATO NOBUO  
KATSURA KOSUKE  
HAYASHI TAKESHI**

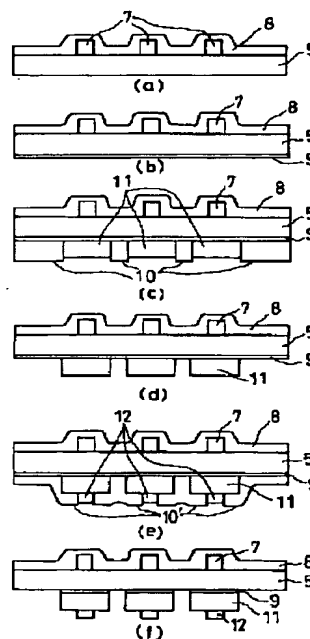
(54) **FLEXIBLE ELECTRIC AND OPTICAL WIRING  
CIRCUIT MODULE AND ITS MANUFACTURE**

(57) Abstract:

**PURPOSE:** To provide an electric and optical wiring circuit module capable of connecting electric and optical elements as well as electric and optical parts, that are different in height and position and located complicatedly, to each other efficiently in optical connection so that they can be mounted densely, and also provide its manufacturing method.

**CONSTITUTION:** A core part 7, a clad layer 8, and an electric wiring 11 of an optical waveguide are formed on a polyimid film 5 to produce a flexible electric and optical wiring film. Using the film, electric and optical elements mounted on an electric and optical wiring substrate, etc., are connected to each other. Thus, because the flexible electric and optical wiring film is flexible and enables complicated wiring, electric and optical elements as well as electric and optical parts, etc., that are different in height and position and located complicatedly and densely, can be connected to each other optically and electrically.

COPYRIGHT: (C)1994,JPO&Japio



**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平 6 - 2 2 2 2 3 0

(43) 公開日 平成 6 年 (1994) 8 月 12 日

(51) Int. Cl. <sup>5</sup>

G02B 6/12

H05K 1/02

識別記号

庁内整理番号

F I

技術表示箇所

M 8106-2K

J 8106-2K

T 7047-4E

審査請求 未請求 請求項の数 5 O L (全 7 頁)

(21) 出願番号 特願平 5 - 1 0 3 8 1

(22) 出願日 平成 5 年 (1993) 1 月 2 6 日

(71) 出願人 0 0 0 0 0 4 2 2 6

日本電信電話株式会社

東京都千代田区内幸町一丁目 1 番 6 号

(72) 発明者 恒次 秀起

東京都千代田区内幸町 1 丁目 1 番 6 号 日

本電信電話株式会社内

(72) 発明者 細矢 正風

東京都千代田区内幸町 1 丁目 1 番 6 号 日

本電信電話株式会社内

(72) 発明者 佐藤 信夫

東京都千代田区内幸町 1 丁目 1 番 6 号 日

本電信電話株式会社内

(74) 代理人 弁理士 志賀 富士弥

最終頁に続く

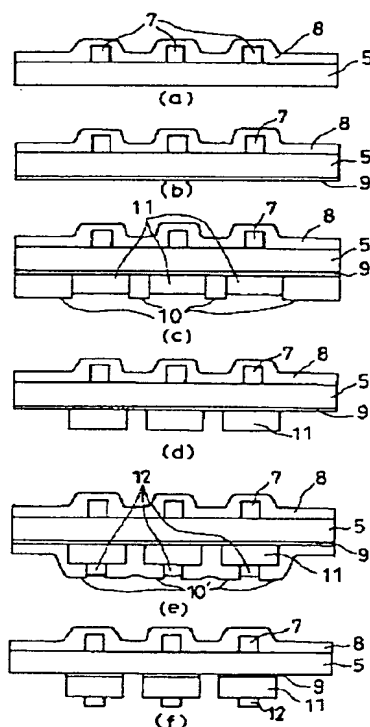
(54) 【発明の名称】 フレキシブル電気・光配線回路モジュールとその製造方法

(57) 【要約】

【目的】 高さや位置が異なって複雑に配置された電気・光素子や電気・光部品あるいは電気・光モジュール間を光結合効率よく、しかも高密度実装可能に接続できる電気・光配線回路モジュールとその製造方法を提供する。

【構成】 ポリイミドフィルム 5 上に光導波路のコア部 7 とクラッド層および電気配線 11 を形成し、フレキシブル電気・光配線フィルムを作製する。これを用いて、電気・光配線基板等の上に搭載された電気・光素子間等を接続する。

【効果】 フレキシブル電気・光配線フィルムがフレキシブルであり細密な配線ができるため、高さや位置が異なって複雑かつ高密度に配置された電気・光素子や電気・光部品等の間を光学的、電氣的に接続することができる。



## 【特許請求の範囲】

【請求項 1】 可撓性を有する樹脂フィルムをベースとして前記樹脂フィルムの表面に単層または多層の光導波路と電気配線を形成したフレキシブル電気・光配線フィルムを用いて、電気配線基板または光配線基板または電気・光配線基板に搭載された電気・光素子または電気・光部品の間を光学的かつ電氣的に接続することを特徴とするフレキシブル電気・光配線回路モジュール。

【請求項 2】 請求項 1 記載のフレキシブル電気・光配線回路モジュールを製造する方法であって、まず、樹脂フィルム上に最終処理後の屈折率が前記樹脂フィルムの屈折率よりも大きな屈折率を有する固化前の感光性樹脂層を形成し、次に、前記感光性樹脂層に対するフォトリソ工程および熱処理の工程を経て所望の形状を有する光導波路のコア層を形成し、次に、前記樹脂フィルム上に薄膜の下地金属を形成し、次に、第 1 のフォトレジストの露光、現像のフォトリソ工程により所望のパターンニングを行った後に電解めっきで電気配線層を形成し、次に、前記第 1 のフォトレジストを除去して電気配線を形成し、次に、第 2 のフォトレジストの露光、現像のフォトリソ工程により所望のパターンニングを行って前記電気配線の端部に Au あるいははんだの電解めっきでボンディング用のパッドを形成し、次に、前記電気配線部分以外の前記下地金属を除去し、次に、以上により作製されたフレキシブル電気・光配線フィルムによって電気配線基板または光配線基板または電気・光配線基板に搭載された電気・光素子または電気・光部品の間を光学的かつ電氣的に接続することを特徴とするフレキシブル電気・光配線回路モジュールの製造方法。

【請求項 3】 請求項 1 記載のフレキシブル電気・光配線回路モジュールを製造する方法であって、まず、樹脂フィルム上に最終処理後の屈折率が前記樹脂フィルムの屈折率よりも大きな屈折率を有する感光性樹脂層を形成し、次に、該感光性樹脂層の上に薄膜の金属膜を形成し、次に、フォトレジストの露光、現像のフォトリソ工程により前記金属膜のパターンを形成し、次に、前記金属膜のパターンをマスクとして反応性ガスを用いて前記感光性樹脂層あるいは前記感光性樹脂層と樹脂フィルムの一部までをエッチング除去することにより所望の形状を有する光導波路のコア層を形成し、次に、前記フォトレジストと金属膜を除去して光導波路を作製し、次に、前記樹脂フィルム上に電気配線を形成し、次に、以上により作製されたフレキシブル電気・光配線フィルムによって電気配線基板または電気・光配線基板に搭載された電気・光素子や電気・光部品の間を光学的かつ電氣的に接続することを特徴とするフレキシブル電気・光配線回路モジュールの製造方法。

【請求項 4】 請求項 1 記載のフレキシブル電気・光配線回路モジュールであって、フレキシブル電気・光配線フィルムの光導波路が、コア層と、該コア層の屈折率よ

り小さい屈折率を有する他の樹脂で該コア層の上に形成されたクラッド層とから成ることを特徴とするフレキシブル電気・光配線回路モジュール。

【請求項 5】 請求項 1 記載のフレキシブル電気・光配線回路モジュールであって、フレキシブル電気・光配線フィルムの光導波路が、該光導波路の端部に、該光導波路の幅方向あるいは深さ方向に所定の角度からなる斜め方向の反射面を有していることを特徴とするフレキシブル電気・光配線回路モジュール。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は、高密度な実装が要求される光素子や光回路部品の間を光学的、電氣的に接続する技術に関するものであり、樹脂フィルム上に光導波路と電気配線を形成したフレキシブルな接続手段を用いて、高さや位置が異なる複雑に配置された光素子や光回路部品あるいは光モジュール間を、光結合効率よく、しかも高密度実装可能に接続することができる光学的、電氣的接続技術に関するものである。

## 【0002】

【従来の技術】 従来、光素子や光部品等を光学的、電氣的に接続する方法としては、光学のおよび電氣的に、それぞれ別の方法で接続しており、光学的には、シリコン基板上に形成した光導波路や光ファイバで接続する方法が一般的であり、また、電氣的にはプリント配線板やセラミック配線板等を用いた接続が一般的であった。

【0003】 例えば、従来の光学的接続技術としては、文献（伊藤・石原、『マイクロエレクトロニクスにおける光配線』、光学、第 14 巻第 1 号、P. 51）にみられるような光導波路や光ファイバを用いた光配線があげられる。この方法は、図 10（a）に示すように、LD（レーザダイオード）等の光源 1 から出射された光を、光ファイバ 2 を用いてアレイ状に形成された受光素子 3 に接続する方法であり、あるいは図 10（b）に示すように、光導波路 4 を用いて光源 1 と受光素子 3 を接続する方法である。

## 【0004】

【発明が解決しようとする課題】 しかしながら、このような従来の接続法では、光学的、電氣的接続が同時に行えないだけでなく、光学的な接続においても、光導波路を用いた接続では同じ平面内に搭載された電気・光素子や電気・光部品の接続のみに限定され、また、光ファイバを用いた接続ではファイバを急激に曲げることが困難であることから、大きな実装空間を必要とするため、架間等の接続に限定されており、例えば配線板内や配線板間等、段差を有する電気・光素子や電気・光部品間を実装効率よく接続することが困難であった。

【0005】 このような状況から、光学的、電氣的接続が同時に行え、光学的な接続においても、同じ平面内に搭載された電気・光素子や電気・光部品の接続のみに限

定されず、また、段差を有する電気・光素子や電気・光部品間を高密度に接続する技術の実現が課題となっていた。

【 0 0 0 6 】本発明は、これらの課題を解決するためになされたものであり、その目的は、高さや位置が異なる複雑に配置された電気・光素子や電気・光部品あるいは電気・光モジュール間を光結合効率よく、しかも実装効率よく高密度実装可能に接続することができるフレキシブル電気・光配線回路モジュールとその製造方法を提供することにある。

【 0 0 0 7 】

【課題を解決するための手段】上記の目的を達成するため、本発明のフレキシブル電気・光配線回路モジュールとその製造方法においては、可撓性を有する樹脂フィルムをベースとして前記樹脂フィルムの表面に単層または多層の光導波路と電気配線を形成したフレキシブル電気・光配線フィルムを用いて、電気配線基板または光配線基板または電気・光配線基板に搭載された電気・光素子または電気・光部品の間を光学的かつ電気的に接続することを基本構成としている。

【 0 0 0 8 】

【作用】本発明のフレキシブル電気・光配線回路モジュールとその製造方法では、フィルム状のベース上に光導波路と電気配線を形成することにより作製した電気・光配線フィルムを用いて、電気・光配線基板等に搭載された電気・光素子間等を接続する。この電気・光配線フィルムがフレキシブルであり細密な配線ができるため、高さや位置が異なって複雑に配置され、かつ高密度に基板上に実装された電気・光素子や電気・光部品を光学的、電気的に接続することができる。

【 0 0 0 9 】

【実施例】以下、本発明の実施例を、添付図面を参照して詳細に説明する。

【 0 0 1 0 】図 1 ～ 図 7 は、本発明の実施例に用いるフレキシブル電気・光配線フィルムの材料構成ならびにその作製方法を示す図である。本実施例のフレキシブル電気・光配線回路モジュールは、電気配線基板や光配線基板または電気・光配線基板等に実装されてその配線基板の光導波路や電気配線で接続された電気・光素子や電気・光部品の間を、フレキシブル電気・光配線フィルムを用いて、光学的かつ電気的に接続したものである。この、フレキシブル電気・光配線フィルムの第 1 の構成例は、図 2 ( f ) に示すように、可撓性を有するポリイミドフィルム 5 等の樹脂フィルムをベースとし、その樹脂フィルムの表面に、単層または多層のコア部 7 等からなる光導波路と電気配線 1 1 を形成したものである。

【 0 0 1 1 】まず、上記第 1 の構成例のフレキシブル電気・光配線フィルムの基本的な材料構成ならびに作製方法の第 1 例について述べる。図 1 ( a ) ～ ( d ) および図 2 ( a ) ～ ( f ) は、それらを断面構成で示したもの

である。

【 0 0 1 2 】まず、図 1 ( a ) , ( b ) , ( c ) ,

( d ) において、樹脂フィルムとしてポリイミドフィルム 5 を用い ( a ) 、このポリイミドフィルム 5 上に、最終処理後の屈折率が前記ポリイミドフィルム 5 の屈折率より大きな屈折率を有する液状の感光性ポリイミド 6 を形成し ( b ) 、この液状の感光性ポリイミド 6 に対するフォトリソ工程および熱処理等の工程を経て、所望の形状を有するポリイミド光導波路のコア部 ( 以下、場合により単にコア部と記述する ) 7 を形成し ( c ) 、そのコア部 7 の上に、そのコア部 7 の屈折率より小さい屈折率を有する他のポリイミドからなるクラッド層 8 を形成し ( d ) 、フレキシブル光配線フィルムを作製する。

【 0 0 1 3 】次に、図 2 ( a ) ～ ( f ) において、図 1 に示したフレキシブル光配線フィルムの裏面に電気配線を形成して電気・光配線フィルムを作製する工程例を示す。本工程例では、図 1 で作製したフレキシブル光配線フィルム ( a ) の裏面に無電解めっきあるいは真空蒸着法により下地金属 9 を形成し ( b ) 、フォトレジスト 1 0 の露光、現像等のフォト工程により、所望のパターンニングを行った後、電解めっきにより電気配線 1 1 を形成し ( c ) 、フォトレジスト 1 0 を除去し ( d ) 、再度、別のフォトレジスト 1 0 ' の露光、現像等のフォト工程により所望のパターンニングを行った後、電解めっきにより電気配線 1 1 の端部に金あるいははんだからなる接続用のパッド 1 2 を形成し ( e ) 、フォトレジスト 1 0 ' を除去した後、電気配線 1 1 部分以外の下地金属 9 を膜厚の違いを利用した選択エッチング法等で除去し ( f ) 、光導波路と電気配線の両者から構成されたフレキシブル電気・光配線フィルムを作製することができる。

【 0 0 1 4 】図 3 ( a ) ～ ( e ) は、本発明の実施例に用いるフレキシブル電気・光配線フィルムの作製方法の第 2 例を示す図であって、反応性ガスを用いた反応性イオンエッチング法により光導波路を作製する工程例について示したものである。本工程例では、ポリイミドフィルム 5 ( a ) の上に光導波路のコア部となる他のポリイミド層 1 3 を形成し、所定の熱処理等の工程を経た後、無電解めっきあるいは真空蒸着法により金属層 1 4 を形成し ( b ) 、フォトレジスト 1 0 の露光、現像等のフォト工程により、所望のパターンニングを行い、前記金属層 1 4 をエッチング除去して金属マスク 1 5 を形成した後 ( c ) 、反応性ガスを用いた反応性イオンエッチング法や化学エッチング法等の加工法により、前記ポリイミド層 1 3 をあるいはポリイミド層 1 3 の除去を完全にするためにポリイミド層 1 3 とポリイミドフィルム 5 の一部までをエッチング除去することにより、所望の形状を有するコア部 7 を形成した後 ( d ) 、金属マスク 1 5 を除去し、前記コア部 7 の上に、前記コア部 7 の屈折率より小さい屈折率を有する他のポリイミドからなるクラッ

ド層 8 を形成し ( e ) 、フレキシブル光配線フィルムを作製することができる。この後、図 2 と同様にして、電気配線を形成すれば、フレキシブル電気・光配線フィルムが作製できる。

【 0 0 1 5 】なお、図 1 ~ 図 3 には、コア部 7 の上にクラッド層 8 を形成した構造について述べたが、クラッド層を形成しない、空気クラッド層とした構造とすることもできる。

【 0 0 1 6 】図 4 ( a ) ~ ( e ) は、本発明の実施例に用いるフレキシブル電気・光配線フィルムの作製方法の第 3 例を示す図であって、フレキシブル電気・光配線フィルムの光導波路のコア部の深さ方向に所定の角度で反射面を形成する工程例について示したものである。本工程例では、ポリイミドフィルム 5 の上に光導波路のコア部となる他のポリイミド層 1 3 を形成し、所定の熱処理等の工程を経た後 ( a ) 、無電解めっきあるいは真空蒸着法により金属層 1 4 を形成し ( b ) 、フォトレジスト 1 0 の露光、現像等のフォト工程により、所望のパターニングを行い、前記金属層 1 4 をエッチング除去し金属マスク 1 5 を形成した後 ( c ) 、反応性ガスを用いた反応性イオンエッチング法により、コア部の深さに対して斜め方向に前記ポリイミド層 1 3 をエッチング除去し ( d ) 、金属マスク 1 5 をエッチングすることにより、コア部の深さに対して斜めの形状を有する反射面 1 7 を形成した ( e ) フレキシブル光配線フィルムを作製することができる。この後、図 2 と同様にして、電気配線を形成すれば、フレキシブル電気・光配線フィルムが作製できる。

【 0 0 1 7 】図 5 は、本発明の実施例に用いるフレキシブル電気・光配線フィルムの第 2 の構成例を示す斜視図である。本構成例は、フレキシブル電気・光配線フィルムに形成する光導波路の構成に関して、図 4 に示した方法で、ポリイミドフィルム 5 上にアレイ状の光導波路のコア部 7 を形成し、入射光 1 8 がコア部 7 を経て反射面 1 7 で光の伝搬方向を上方に変え、出射光 1 9 を取り出す構成としたものである。

【 0 0 1 8 】図 6 は、本発明の実施例に用いるフレキシブル電気・光配線フィルムの第 3 の構成例を示す上面構成図である。本構成例は、フレキシブル電気・光配線フィルムに形成する光導波路の構成に関して、図 4 および図 5 に示したような深さ方向ではなく、コア部 7 の幅方向に反射面 1 7 ' を形成し、この反射面 1 7 ' で入射光 1 8 の光路をポリイミドフィルム 5 の面上で変更し、出射光 1 9 を取り出す構成としたものである。

【 0 0 1 9 】図 7 は、本発明の実施例に用いるフレキシブル電気・光配線フィルムの第 4 の実施例を示す断面構成図である。本実施例は、図 4 に示した工程の基本的繰り返しにより多層の光導波路を作製する構成例について示したものである。本構成例は、フレキシブル電気・光配線フィルムに形成する光導波路の構成に関して、ベ

スとしてのポリイミドフィルム 5 上に 1 層目のコア部 7 - 1 を形成し、端面に所定の角度を有する反射面 1 7 - 1 を形成した後、コア部 7 - 1 の高さとはほぼ等しい高さまでクラッド層 8 - 1 を形成し、コア部 7 - 1 と同じポリイミド層の形成と、金属マスクを用いた反応性イオンエッチング工程により光ヴィア 2 0 を形成し、光ヴィア 2 0 の高さまでクラッド層 8 - 2 を形成した後、2 層目のコア部 7 - 2 を 1 層目のコア部 7 - 1 と同様の方法で形成し、光ヴィア 2 0 と接続する部分の端面に反射面 1 7 - 2 を形成した後、最後にクラッド層 8 - 3 を形成し、多層の光導波路を作製したものである。入射光 1 8 は、下層のコア部 7 - 1 を通り、反射面 1 7 - 1 で反射され、光ヴィア 2 0 を経て反射面 1 7 - 2 で反射され、上層のコア部 7 - 2 を通って出射光 1 9 として取り出される。本構成例によれば、複数の光導波路を立体的に交差させることができ、複雑な光配線を行うことができる。

【 0 0 2 0 】図 8 は、本発明の一実施例を示す図であって、フレキシブル電気・光配線フィルムを用いて構成したモジュールの構成例を示した側面図である。ポリイミドフィルム 5 と光導波路のコア部 7 およびパッド 1 2 を有する電気配線 1 1 からなるフレキシブル電気・光配線フィルム 2 6 を用いて、発光素子 2 2 や駆動用 IC 2 1 、受光素子 2 4 やアンプ IC 2 5 等が搭載された 2 枚の電気・光配線基板 2 3 - 1 と 2 3 - 2 の間を接続し、フレキシブル電気・光配線回路モジュール 2 7 を作製することができる。パッド 1 2 とコア部 7 の高さ位置は、ポリイミドフィルム 5 の厚さを制御することにより、パッド 1 2 を接続すると同時に発光素子 2 2 からの出射光がコア部 7 に効率よく光結合するように設計された構成とする。また、必要であれば、発光素子や受光素子とコア部の間を、コアの屈折率にほぼ等しい樹脂を用いるか、あるいは、レンズを用いて光結合する構成としてもよい。なお、図例では、電気・光配線基板 2 3 - 1 と 2 3 - 2 の間を光導波路によって接続する構成となっているが、光導波路とあわせて、ヴィア接続した電気配線を形成することにより、電気・光配線基板の間を電氣的に接続することができることは自明である。

【 0 0 2 1 】図 9 は、このようにして作製されたフレキシブル電気・光配線回路モジュールを 3 段構成の配線ボードに搭載した構成例について示した側面図である。一組のモジュール 2 7 - 1 の一方の電気・光配線基板 2 3 - 1 が第 1 段目の配線ボード 2 8 - 1 の下面に搭載され、その他方の電気・光配線基板 2 3 - 2 が第 2 段目の配線ボード 2 8 - 2 の上面に搭載されているが、これらの基板間をフレキシブル電気・光配線フィルム 2 6 - 1 を用いて接続することができる。また、もう一組のモジュール 2 7 - 2 の一方の電気・光配線基板 2 3 - 1 が第 2 段目の配線ボード 2 8 - 2 に搭載され、その他方の電気・光配線基板 2 3 - 2 が第 3 段目の配線ボード 2 8 -

3の上面に搭載されているが、これらの基板間をフレキシブル電気・光配線フィルム26-2を用いて接続することができる。

【0022】なお、本実施例では、フィルム材料や光導波路材料としてポリイミドを用いたが、エポキシ等の樹脂を用いることもでき、樹脂材料により限定されるものではない。また、電気・光素子や電気・光部品が搭載される基板は電気配線基板や光配線基板であってもかまわない。このように、本発明は、その主旨に沿って種々に応用され、種々の実施態様を取り得るものである。

【0023】

【発明の効果】以上の説明で明かなように、本発明のフレキシブル電気・光配線回路モジュールとその製造方法によれば、フィルム状のベース上に光導波路と電気配線を形成した電気・配線フィルムが、フレキシブルであり細密な配線ができるため、電気・光配線基板等の上に、高さや位置が異なって複雑に配置されかつ高密度に実装された電気・光素子や電気・光部品あるいは電気・光モジュール間を、光結合効率よくかつ実装効率よく光学的、電氣的に接続することができる。

【0024】なお、請求項4の発明によれば、特に、光結合効率をより一層向上させることができる。また、請求項5の発明によれば、特に、光路を曲げたり、複数の光導波路を立体的に交差させたりして、複雑な光配線を行うことができる。

【図面の簡単な説明】

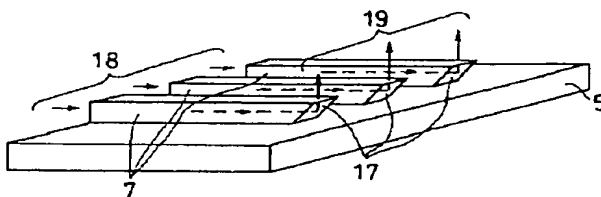
【図1】(a)，(b)，(c)，(d)は本発明の実施例に用いるフレキシブル電気・光配線フィルムの第1の構成例と第1の作製方法例を示す図

【図2】(a)，(b)，(c)，(d)，(e)，(f)は同じく上記フレキシブル電気・光配線フィルムの第1の構成例と第1の作製方法例を示す図

【図3】(a)，(b)，(c)，(d)，(e)はフレキシブル電気・光配線フィルムの第2の作製方法例を示す図

【図4】(a)，(b)，(c)，(d)，(e)はフレキシブル電気・光配線フィルムの第3の作製方法例を示す図

【図5】



【図5】本発明の実施例に用いるフレキシブル電気・光配線フィルムの第2の構成例を示す斜視図

【図6】本発明の実施例に用いるフレキシブル電気・光配線フィルムの第3の構成例を示す上面図

【図7】本発明の実施例に用いるフレキシブル電気・光配線フィルムの第4の構成例を示す断面構成図

【図8】上記のフレキシブル電気・光配線フィルムを用いて構成したフレキシブル電気・光回路モジュールの一実施例を示す側面図

【図9】上記実施例のフレキシブル電気・光回路モジュールを配線ボードへ搭載した構成例を示す側面図

【図10】(a)，(b)は従来技術を説明する斜視図

【符号の説明】

5…ポリイミドフィルム

6…感光性ポリイミド

7，7-1，7-2…光導波路のコア部（コア部）

8，8-1，8-2，8-3…クラッド層

9…下地金属

10，10'…フォトリソ

11…電気配線

12…パッド

13…ポリイミド層

14…金属層

15…金属マスク

17，17'，17-1，17-2…反射面

18…入射光

19…出射光

20…光ヴィア

21…駆動IC

22…発光素子

23-1，23-2…電気・光配線基板

24…受光素子

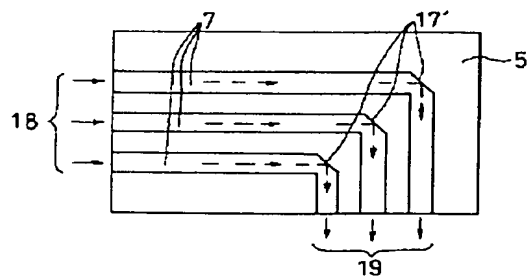
25…アンプIC

26，26-1，26-2…フレキシブル電気・光配線フィルム

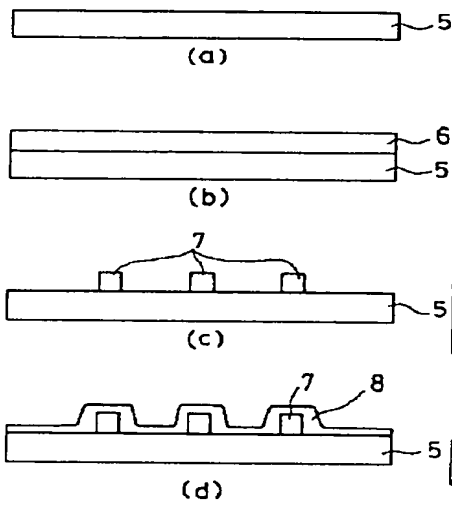
27，27-1，27-2…フレキシブル電気・光配線回路モジュール

28-1，28-2，28-3…配線ボード

【図6】

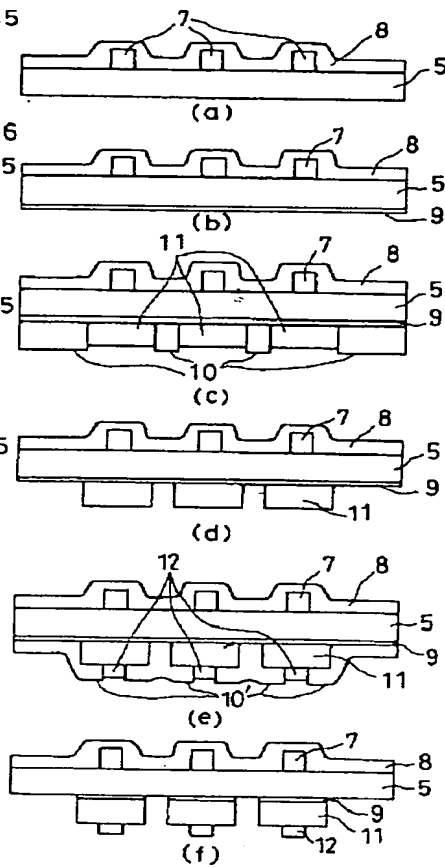


【図 1】

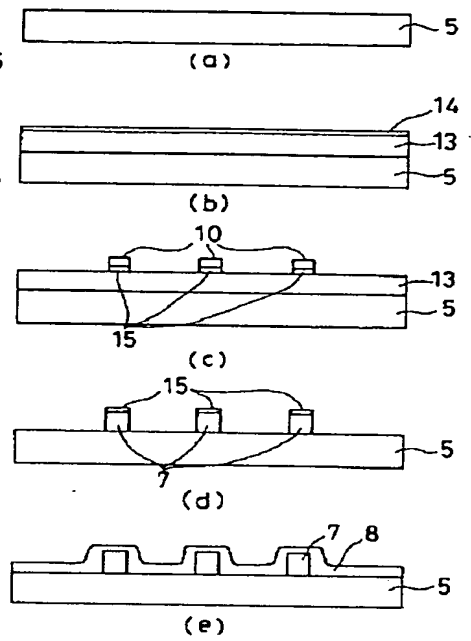


5…ポリイミドフィルム  
6…感光性ポリイミド  
7…コア部  
8…クラッド層

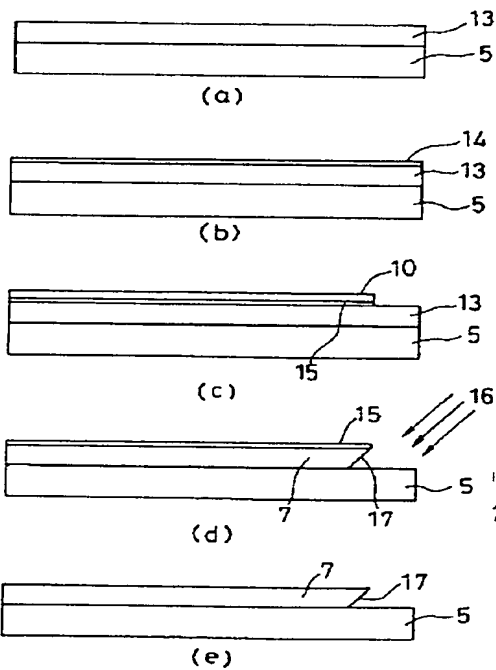
【図 2】



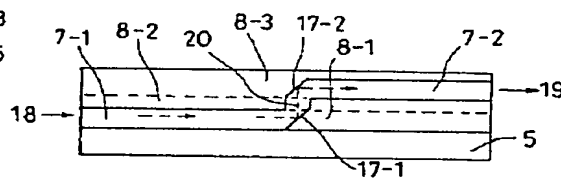
【図 3】



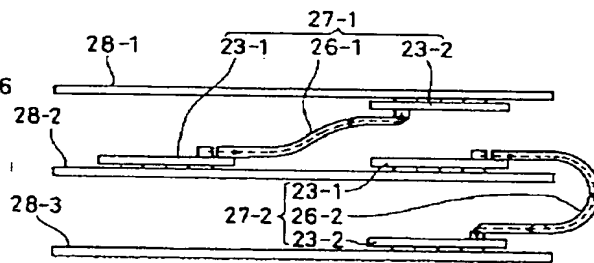
【図 4】



【図 7】

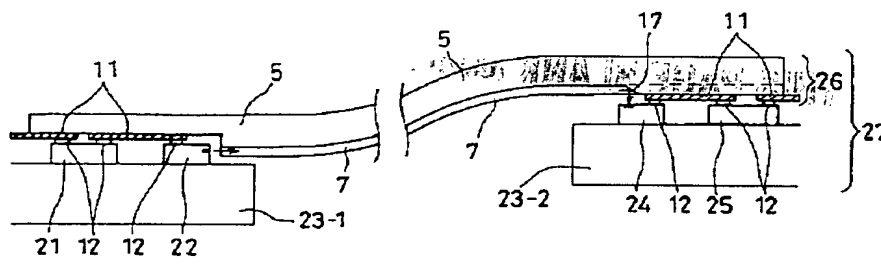


【図 9】

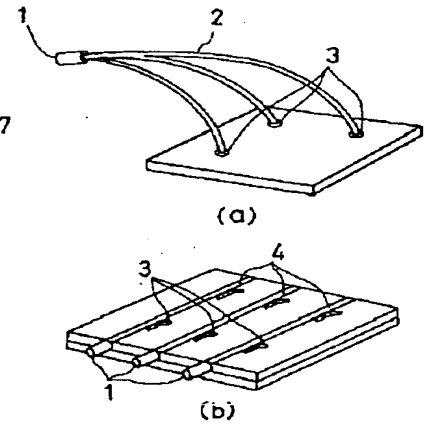




【図 8】



【図 10】



フロントページの続き

(72) 発明者 桂 浩輔

東京都千代田区内幸町 1 丁目 1 番 6 号 日

本電信電話株式会社内

(72) 発明者 林 剛

東京都千代田区内幸町 1 丁目 1 番 6 号 日

本電信電話株式会社内

**THIS PAGE BLANK (USPTO,**